IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA

Ing. Miguel Angel Rosero[1] /Ing. Germán Erazo[2] /Ing. José Quiroz[3]

Universidad de Fuerzas Armadas ESPE
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maénza s/n
email: mros_89@hotmail.com[1], wgerazo@espe.edu.ec[2], jose_quiroz_erazo@yahoo.com[3]
Latacunga – Ecuador
Energía Mecánica Innovación y Futuro 2014

RESUMEN

*El trabajo de investigación, **"IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMATIZADO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL MOTOR OPTRA 1.8 DEL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA"** considera el estudio de contenidos relacionados con la electrónica aplicada al campo automotriz en lo referente al control de inyección y encendido electrónico, así como utilización de herramientas modernas de diagnóstico. Se implementó un banco de pruebas del motor **T18SED DOHC L-4** perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8. Se generó la guía didáctica con información de funcionamiento de los sistemas que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico y los procedimientos de diagnóstico de las averías más comunes de este motor. El proyecto es una herramienta de aprendizaje que beneficiará a todos los involucrados en el campo automotriz, facilitando la comprensión del funcionamiento, diagnóstico y reparación de averías que involucran estos sistemas mediante la utilización de herramientas y procedimientos recomendados por el fabricante.*

Palabras claves:

Actuadores eléctricos, diagnóstico de fallas, encendido electrónico, herramientas de medición, inyección electrónica, sensores.

ABSTRACT

*The research, **"IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED TEST BENCH FOR THE DIAGNOSIS OF THE OPTRA 1.8 ENGINE OF THE AUTOTRONICS LABORATORY"**, considered the study of related contents to applied electronics in the automotive field, referring to the injection control, electronic ignition, and the use of modern diagnosis tools. A test bench was implemented for the engine **T18ED DOHC L-4** belonging to the automobile CHEVROLET OPTRA 1.8. A didactic guide was generated with information about the function of the intervening systems in the injection control and electronic ignition, and the diagnostic processes of the common failures in this engine. This project is a learning tool that will benefit all stakeholders in the automotive field, facilitating the comprehension of the working, diagnosis, and failures fixing of these systems by the implementation of tools and procedures recommended by the factory.*

Key words:

Electric actuators, failure diagnosis, electronic ignition, measurement tools, electronic injection, sensors.

I. INTRODUCCIÓN

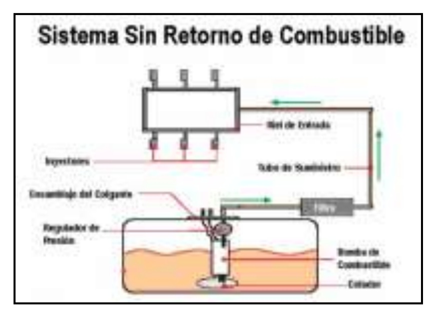
El control de inyección y encendido se desarrolla de manera electrónica; inevitablemente la electrónica llegará a dominar el panorama de la inyección de combustible, revolucionará los sistemas de encendido e instrumentación relacionada con el diagnóstico con la finalidad de reducir la contaminación y mejorar cada vez más las prestaciones de los motores.

*El trabajo fomenta la implementación de un banco de pruebas del motor **T18SED DOHC L-4** perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8 y la investigación de contenidos relacionados con la electrónica aplicada al campo automotriz tratando de que el estudiante obtenga un*

conocimiento claro en la manipulación de componentes que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico como sensores y actuadores, así como manejo de herramientas modernas para el correcto diagnóstico de los sistemas del motor.

A. Sistema de alimentación combustible

Coello E. (2005) "El sistema de alimentación sin retorno trata de mantener a todos los elementos más importantes dentro del depósito, dejando fuera de él solamente a la cañería de presión de alimentación que se conecta con el riel de inyectores. Al riel, por lo tanto, le llega la presión filtrada, estabilizada y regulada al valor de trabajo. En este caso, los inyectores solamente serán comandados por la Computadora para entregar la cantidad de combustible necesario."



Fuente: ITA, Información Técnica Automotriz
Figura 1: Sistema de alimentación de combustible sin retorno

El modulo bomba combustible o ensamble del emisor de combustible se encuentra dentro del tanque de combustible y contiene los siguientes elementos:

- *Filtro primario o pre-filtro.*
- *Bomba de combustible.*
- *Válvula de retención de flujo inverso.*
- *Regulador de combustible.*
- *Sensor de nivel de combustible.*



Fuente: GM & MOBIS CO., LTD-NINGBO
Figura 2: Módulo bomba combustible

B. Sistema de admisión de aire

Arias-Paz M. (2004) "En el funcionamiento del motor de gasolina con sistemas de inyección, la masa de aire aportada es decisiva para conseguir un buen par motor y por tanto buena potencia."

El sistema de inducción de aire proporciona aire con oxígeno para el proceso de combustión. El depurador de aire evita que entre suciedad al motor. Se succiona aire exterior al ensamble inferior del depurador de aire y pasa por el elemento depurador de aire. A continuación, el aire entra al ensamble superior del depurador de aire y fluye a través del ducto de aire de entrada hacia el cuerpo del acelerador y hacia el múltiple de admisión.



Fuente: Autor
Figura 3: Conjunto depurador

C. Sistema de control electrónico

ECM

Coello E. (2005) "La computadora debe recibir señales de todos los sensores, señales que las procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios pulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos "actuar", de acuerdo a su función individual."

El módulo de control del motor (ECM) puede suministrar 5 voltios, 12 voltios o tierra a varios sensores o interruptores. El ECM controla los circuitos de salida al controlar la tierra o el circuito de alimentación de potencia a través de los transistores.

Sensores

Transforma las variaciones físicas en señales eléctricas. Se dispone de algunos sensores:

- *Sensor de temperatura de refrigerante (ECT).*
- *Sensor de temperatura de aire de admisión (IAT).*
- *Sensor de presión del aire de admisión (MAP).*
- *Sensor de oxígeno (EGO).*
- *Sensor de posición de cigüeñal (CKP).*
- *Sensor de posición del árbol de levas (CMP).*
- *Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).*

Actuadores

Coello E. (2005) Menciona que: "La Computadora debe recibir señales de todos los sensores, señales que las procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios pulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos "actuar", de acuerdo a su función individual."

D. Sistema de autodiagnóstico

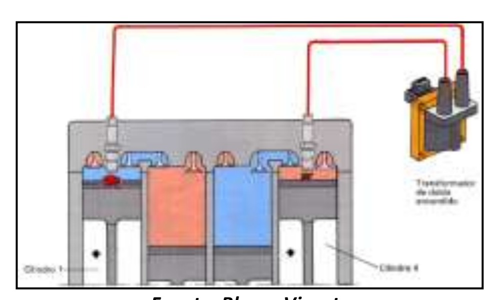
Según: Aficionados a la Mecánica (2013) "OBD II es un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos."

El sistema OBD II controla virtualmente todos los sistemas de control de emisiones y componentes que puedan afectar los gases de escape. Si un sistema o componente ocasiona que se supere el umbral máximo de emisiones o no opera dentro de las especificaciones del fabricante, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado y la lámpara MIL deberá encenderse para avisar al conductor de la falla.

El sistema de diagnóstico de abordo no puede apagar el indicador MIL hasta que se realicen las correspondientes reparaciones o desaparezca la condición que provocó el encendido del indicador.

E. Sistema de encendido DIS

Blasco V. (2012) "El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también llamado sistema de encendido sin distribuidor."



Fuente: Blasco Vicente
Figura 4: Sistema de encendido DIS

A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez. Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape".

II. DESARROLLO

A. CONSTRUCCIÓN

Se optó por ubicar los puntos donde irán las bases del motor con la finalidad de conocer exactamente las dimensiones del bastidor.

Para la estructura se utilizó tubo estructural rectangular de norma ASTM A-500 con dimensiones (80×40) mm con 2,0 mm de espesor.

Con el material listo, se aplicó el proceso de soldadura SMAW (Soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido), se utilizó electrodos del tipo 6011.



Fuente: Autor
Figura 5: Presentación final

B. PINTURA

Se realizó un lijado de la misma, con la finalidad de remover cualquier señal de óxido y posibles fallas de soldadura. El tipo de pintura utilizada fue BATEPIEDRA ACRÍLICO, tomando en cuenta el acabado y las condiciones a la cual estará expuesto el banco.



Fuente: Autor
Figura 6: Estructura pintada

C. ENSAMBLE

Con la estructura terminada, se procedió a ensamblar sobre el bastidor los distintos componentes necesarios para el funcionamiento del motor.

D. ENCENDIDO POR TECLADO

Con el fin de automatizar el sistema de encendido se optó por implementar un circuito electrónico, el cual permite ingresar una clave para proceder al encendido.

Tenemos un circuito comandado por un microcontrolador ATMEGA8A; el cual trabaja en función de lo que se ingrese a través de un teclado matricial y a su vez informa al usuario la operación que se está realizando por medio de una pantalla LCD.

Si el procedimiento seguido es correcto, el microcontrolador activará o desactivará un RELÉ por medio de transistor; además se cuenta con un pulsador de RESET.

Ya que se trabaja a partir de la batería de 12V DC que alimenta a todo el sistema, tenemos un regulador de voltaje 7805 que regula de +12V a +5V.



Fuente: Autor
Figura 7: Instalación del sistema de encendido

III. PROCEDIMIENTO / MEDICIONES

A. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Con la ayuda del programa Livewire se realizó los diagramas eléctricos de los sistemas pertenecientes a este motor. Está compuesto por los siguientes bloques:

1. Alimentación
2. Sistema de sensores
3. Sistema de actuadores.
4. Sistema de bomba de combustible y DIS.
5. Conector DLC.
6. Sistema de electroventiladores.
7. Panel de instrumentos.

B. ADQUISICIÓN DE DATOS

Con la ayuda de las herramientas de medición y exploración se procedió a tomar datos de funcionamiento de los sensores, actuadores y sistemas pertenecientes a este motor.

- *ELECTROVENTILADORES*

Para controlar la temperatura del refrigerante, por consiguiente la temperatura de funcionamiento del motor; se tiene un sistema

de enfriamiento que consta de 2 electroventiladores que son activados por la ECM.

Tabla 1. Funcionamiento de los electroventiladores

Electroventilador	Temperatura ECT(°C)	
	ON	**OFF**
Baja	97,5/93	95,3/90
Alta	101,3/97	99/94

Fuente: Manual de Servicio Optra

- SWITCH RON

Tabla 2. Selección de octanos

ECM	Gasolina	
	Extra 87	**Súper 92**
Switch 1 (B22)	ON	OFF
Switch 2 (B8)	OFF	OFF

Fuente: Manual de Servicio Optra

- SENSOR ECT

Tabla 3. Valores del Sensor ECT

Circuito	Voltaje	Temperatura (°C)
Normal	1,377 V	39
	1,422 V	38
	1,456 V	37
Desconectado	4,96 V	-40
Puente	0 V	214
ECT 4,79 KΩ a 18°C		

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Autor
Figura 8: Oscilograma del sensor ECT

- SENSOR IAT

Tabla 4. Valores del Sensor IAT

Circuito	Voltaje	Temperatura (°C)
Normal	3,47 V	21
Desconectado	4,97 V	-40
Puente	0 V	170
IAT 3,085 KΩ a 22°C		

Fuente: Miguel Angel Rosero

- SENSOR TPS

Tabla 5. Valores de resistencia a 0% de apertura del Sensor TPS

Pin #	Resistencia
A-B	6,99 KΩ
B-C	8,28 KΩ
A-C	2,1 KΩ

Fuente: Miguel Angel Rosero

Tabla 6. Valores del Sensor TPS

Circuito	Voltaje	Apertura Mariposa (%)
Normal	0,244 V	0
	3,622 V	92,9
	4,09 V	100
Desconectado	0 V	-
Puente A-C	4,98 V	-

Fuente: Miguel Angel Rosero



Fuente: Autor
Figura 9: Oscilograma del sensor TPS

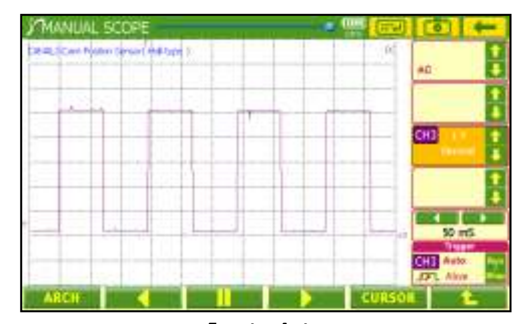
- SENSOR MAP

Tabla 7. Valores del Sensor MAP

Circuito	Voltaje	Presión (PSI)
Normal	3,323 V	10 (motor apagado)
	0,84 V	3 (ralentí)
Desconectado	0,007 V	1
Puente 1-2	4,98 V	15

Fuente: Miguel Angel Rosero

- SENSOR CMP



Fuente: Autor
Figura 10: Oscilograma del sensor CMP

- *INYECTORES*

Tabla 8. Valores de resistencia de los inyectores

Inyector	*Resistencia*
1	*12 Ω*
2	*12 Ω*
3	*12 Ω*
4	*12 Ω*

***Fuente:** Miguel Angel Rosero*



Fuente: Autor

Figura 11: Oscilograma del inyector

IV. DIAGNÓSTICO Y CODIGOS DE FALLA

Un código de falla se genera cuando el sistema de control detecta una eventual avería o parámetro de funcionamiento fuera de rango permitido de sensor, actuador, sistema afín a generación de chispa o alimentación de combustible.

Se puede entender que existe un código de falla cuando la lámpara MIL ubicada en el panel de instrumentos se enciende; aunque para conocer en detalle la característica del código se utiliza un scanner.

El scanner permite borrar el código del sistema pero eso no necesariamente indica que la falla se eliminó, por lo cual se emplean otras herramientas como: multímetro u osciloscopio para estudiar el sistema o componente defectuoso.

Se detallarán los códigos de falla más comunes con los que se puede encontrar un operario; por consiguiente se estudiará ubicación, estudio y proceso para corregir la falla.

- ***PROBLEMAS EN EL SENSOR MAP***

Para este sensor se pueden generar los códigos P0107, P0108. El código P0107 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0108 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

- ***PROBLEMAS EN EL SENSOR IAT***

Para este sensor se pueden generar los códigos P0112, P0113. El código P0112 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0113 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

- ***PROBLEMAS EN EL SENSOR ECT***

Para este sensor se pueden generar los códigos P0117, P0118. El código P0117 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0118 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

- ***PROBLEMAS EN EL SENSOR TPS***

Para este sensor se pueden generar los códigos P0122, P0123. El código P0122 se da por voltaje bajo en el circuito, el código P0123 se genera por voltaje alto en el circuito del sensor.

- ***PROBLEMAS EN EL SENSOR CMP***

Para este sensor se pueden generar los códigos P0016, P0340. El código P0016 se da por falla en la correlación entre la posición del cigüeñal y árbol de levas, el código P0340 se genera por problemas en el circuito del sensor.

- ***PROBLEMAS EN LOS INYECTORES***

Se pueden generar los códigos P0201 (Inyector 1), P0202 (Inyector 2), P0203 (Inyector 3), P0204 (Inyector 4). Estos códigos se dan por inconvenientes en los circuitos de los inyectores.

- ***PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE ENCENDIDO***

Se pueden generar los códigos P0300 (Falla de encendido del motor), P0301 (Cilindro 1), P0302 (Cilindro 2), P0303 (Cilindro 3), P0304 (Cilindro 4).

A. HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO

Son de gran ayuda ya que permiten visualizar parámetros de funcionamiento de distintos sistemas incorporados en los motores.

En un principio estas herramientas eran de acceso limitado a grandes concesionarios, pero gradualmente se ha ido ampliando su uso en el área automotriz.

La evolución de estas herramientas va a la par con los cambios tecnológicos, permitiendo encontrar en el mercado elementos versátiles y de uso amigable para el operario; además actualmente se puede disponer de aplicaciones virtuales compatibles con teléfonos inteligentes y computadores que brindan los mismos beneficios que una herramienta física.

V. CONCLUSIONES.

Se implementó un banco didáctico que permite al estudiante obtener un conocimiento claro en la manipulación de componentes que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico, así como manejo de herramientas modernas para el correcto diagnóstico de los sistemas del motor ***T18SED DOHC L-4*** *perteneciente al vehículo CHEVROLET OPTRA 1.8.*

Se utilizó herramientas modernas de medición y exploración para obtener valores y parámetros de funcionamiento de sensores, actuadores y sistemas pertenecientes a este motor.

Se generó la guía didáctica, donde el usuario encontrará información de funcionamiento de los sistemas que intervienen en el control de inyección y encendido electrónico y los procedimientos de diagnóstico de las averías más comunes de este motor.

BIBLIOGRAFÍA

Aficionados a la Mecánica. (29 de Diciembre de 2013). *OBD (ON BOARD DIAGNOSTIC)*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de http://www.aficionadosalamecanica.com/obd2.htm

Arias-Paz, M. (2004). *MANUAL DE AUTOMÓVILES* (55 ed.). Madrid, España: Cie Inversiones Editoriales Dossat 2000 S.L.

Blasco, V. (2012). *El sistema de encendido DIS.* Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de http://www.geocities.ws/tecnilibros/articulos/Encendido_DIS.pdf

COE, Consejo Ejecutivo Operaciones. (17 de Agosto de 2005). *Manual de servicio Optra.* Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de General Motors-Service and Parts Operations: http://www.gm.com/

Coello, E. (2005). *SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA.* Quito, Ecuador: Ediciones América.

GM & MOBIS CO.,LTD-NINGBO. (15 de Marzo de 1997). *Módulo de bomba combustible*. Recuperado el 23 de Enero de 2014, de http://www.gm-mobis.com: http://www.gm-mobis.com/UploadFiles/2011218151519365.jpg

ITA, Información Técnica Automotriz. (2012). *Guía para la Instalación Correcta de la Bomba de Combustible*. Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://www.itacr.com/: http://www.itacr.com/img/guia_img_007.jpg

Watson, B. (1994). *MANUAL DE FUEL INJECTION BOSCH.* Naucalpan de Juaréz, México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

Watson, B. (1994). *MANUAL DE FUEL INJECTION CHEVROLET.* Naucalpan de Juárez, México: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A.

Whitacre, E. (17 de Agosto de 2005). *Apuntes técnicos servicio Optra.* Recuperado el 15 de Diciembre de 2013, de General Motors-Service and Parts Operations: http://www.gm.com/





BIOGRAFÍA.



Miguel Angel Rosero, *nació en la ciudad de Riobamba, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz en la Universidad de la Fuerzas Armadas-ESPE Latacunga.*



Germán Erazo, *nació en la ciudad de Latacunga, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial, posee estudios de Postgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables, Administración de Empresas y Magister en Gestión de Energías. Docente en la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE Latacunga desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.*



José Quiroz, *nació en la ciudad de Latacunga, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, posee estudios de Postgrado en Autotrónica y Magister en Gestión de Energías. Docente tiempo completo en la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE Latacunga.*